

## ОТЗЫВ

официального оппонента

на диссертацию **Александра Николаевича Кашутина «Биология развития и экология бурой водоросли *Fucus distichus* в прибрежных водах Камчатки»**, представленную на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности **03.02.08 – экология (биология)**

Диссертационная работа А.Н. Кашутина посвящена изучению биологии развития и экологии бурой водоросли *Fucus distichus*. Данный вид является востребованным растительным сырьем благодаря высокому содержанию сульфатированного полисахарида фукоидана, обладающего антикоагулянтным, противовирусным, антиоксидантным и другими свойствами. Знания о экологической роли *Fucus*, условиях произрастания, особенности его воспроизводства определяют большой интерес к изучению указанного вида. Кроме того, представители рода *Fucus* имеют способность к сорбции и трансформации нефтяных углеводородов, а также способность к накоплению в больших концентрациях тяжёлых металлов. С этой точки зрения изучаемый вид перспективен как объект санитарной марикультуры. Следовательно, научная проблема, сформулированная в диссертации, является актуальной.

Диссертация изложена на 206 страницах, состоит из введения, 6 глав, заключения, выводов и списка литературы, включает 42 рисунка и 27 таблиц. Список литературы включает 282 источника, из них 102 иностранных.

В первой главе автор приводит подробный анализ литературы, посвященный изучению рода *Fucus*, сведения о его таксономическом статусе в разные эпохи, начиная с XVIII века, распространении, экологии, биологии развития и исследованиях в области генотипической систематике. В данной главе диссертант показывает глубокую осведомлённость в современных таксономических вопросах, а также в вопросах биологии развития фукусов.

В качестве вывода автор заявляет, что сведения о биологии развития *Fucus* и особенностях их воспроизводства требуют серьезного дополнения.

Замечание к первой главе: стр. 13 указана единственная работа, связанная с молекулярной генетикой (Coeyer et al., 2002). В то же время автор говорит о развитии генотипической систематики с использованием молекулярно-генетических методов в отношении изучения рода *Fucus*. Существуют ли еще работы в области генетики рода *Fucus*? Целесообразно было бы привести несколько работ по генотипической систематике.

Во второй главе диссертации автор подробно описывает физико-географическую характеристику района исследований и приводит гидрологические и гидрохимические показатели в местах сбора материала. Особенно подробно описаны климатические условия в разные сезоны с указанием экологических факторов, таких как температура, соленость и др. Кроме того, автором выполнен многолетний анализ данных по льдообразованию для Авачинской губы с 1929 г. по 2018 г., что повышает ценность такого рода наблюдений.

Третья глава посвящена материалам и методам исследований, где автор подробно описывает районы исследований и периоды сборов материала. Автор проделал огромную работу по сбору материала. Им было исследовано более 6000 тыс. (это 6 миллионов?? Или все нули лишние) образцов – это колоссальный объем! Результаты измерений размеров клеток и внутренних структур с занесением в электронную базу данных послужат хорошим фундаментом для статистической обработки и определяют перспективы будущих исследований, а значит, вопросы биологии развития *Fucus* и их культивирования будут изучаться дальше. Хотелось бы отметить, что описания экспериментов, проведенных в лабораторных условиях по выращиванию эмбрионов *Fucus*, описаны предельно четко и подробно. Указаны различные характеристики и экологические факторы во время исследования, описано многократное повторение эксперимента и проведены математические расчеты. Особую ценность представляет длительность эксперимента, который длился 451 день. Все вышесказанное многократно

повышает значимость данной работы. Кроме того, автор провел сложную и кропотливую работу в естественной среде обитания *Fucus*, наблюдая за развитием искусственной микропопуляции круглый год в течение двух лет с фиксированием морфометрических и других характеристик. Учитывая погодные условия данного региона, провести такую работу не просто. Такая скрупулёзность вызывает уважение к автору.

В качестве небольшого замечания к данной главе можно отметить отсутствие фотографий самого процесса культивирования. На странице 55 описывается: «самые зрелые из них были взяты для посева зигот». Возникает вопрос: как определялась зрелость зигот?

Четвертая, пятая и шестая главы составляют основу диссертационного исследования с результатами собственных исследований автора.

В четвертой главе автор детально описывает морфологические и анатомические особенности *F. distichus*, основываясь на собственных наблюдениях и сравнивает данные коллег-альгологов. Автор наглядно демонстрирует на микрофотографиях выделенные им различные стадии фертильности. Впервые указывает на такой важный признак как характеристика строения полисахаридных пробок и приходит к выводу о том, что многообразие морфологической изменчивости фукуса нельзя свести к известным таксонам. Для каждого этапа приведены таблицы и графики с указанием морфологических параметров. Это дает возможность легко разобраться в результатах, полученных в ходе эксперимента. Глава иллюстрирована большим количеством микрофотографий поперечных срезов тканей растения, органов размножения на разных стадиях зрелости.

Пятая глава посвящена изучению влияния экологических факторов на развитие *Fucus*. В ходе исследования автор ставит перед собой вопрос: чем обусловлена выживаемость вида в столь суровых условиях существования на литорали, и находит ответ.

Особенно хочется отметить подраздел 5.1, где автор, основываясь на собственных круглогодичных наблюдениях *Fucus* Авачинской губы в зимние периоды, когда длительно сохраняется ледовый покров, делает обоснованные выводы о влиянии льда на развитие *Fucus*. Оценка воздействия льда на изучаемый вид проводилась впервые. Автором проанализированы многолетние данные по льдообразованию с 1929 г. по настоящее время. Результаты, которым пришел соискатель, основывается на согласованности данных проведенного эксперимента и научных выводах. Так, опытным путем установлено, что лед оказывает не только отрицательное воздействие на состояние литоральных зарослей *Fucus*, но и способствует расселению, и как следствие - возобновлению вида в альгофлоре Авачинской губы. Кроме влияния ледового покрова, автор внимательно отнесся и к другим экологическим факторам, в частности, к влиянию солености на развитие проростков. Эксперименты, проведенные автором, выявили чрезвычайно важную информацию о том, что раннее развитие *Fucus* в пресной воде невозможно. Интересные наблюдения описаны автором в подразделе 5.3.1 - влияние низких и отрицательных температур на рост и развитие взрослых растений. Результаты проведенных экспериментов показывают, что *Fucus* не прекращает расти в зимнее время. Серия экспериментов представлена и в отношении жизнеспособности эмбрионов *Fucus* под влиянием глубокой заморозки. До сих пор вопрос о жизнеспособности эмбрионов после длительного замораживания и способности к росту после перенесенного холодового стресса не изучался, и подобных данных в литературе не найдено. Так, опытным путем установлено, что Камчатская популяция *Fucus* чрезвычайно устойчива к экстремальным воздействиям неблагоприятных экологических факторов. В работе диссертант грамотно использует математические расчеты и корректно вводит новые понятия.

Завершает работу, глава о практическом использовании *Fucus* и возможности его культивирования в прикамчатских водах. Диссертант

представил результаты экспериментов по выращиванию *Fucus*. Все этапы эксперимента зафиксированы на фотографиях, что позволяет наглядно оценить и даже повторить подобные исследования. Считаю, что это ценная заслуга автора. Для различных параметров составлена таблица, данные которой показывают изменения состояния фертильности *Fucus* и интенсивность размножения. После внимательного изучения описания эксперимента, возник вопрос. Эксперимент проводился в кутовой части Петропавловского Ковша, а воду привозили из бухты Завойко. Почему не использовали воду из бухты, где высаживали *Fucus*?

В подразделе 6.3.2 автор описывает эксперименты по выращиванию *Fucus* на естественном субстрате. Исследования показали, что в прикамчатских водах введение *Fucus* в санитарную и товарную марикультуру возможно.

Учитывая современную экологическую обстановку, ежедневные катаклизмы различного рода, связанные с антропогенным загрязнением океанских вод (сброс неочищенных стоков, непригодные к эксплуатации очистительные сооружения промышленных предприятий и др.) данные этой главы дополняют знания в области использования *Fucus* в санитарной марикультуре. Поскольку *Fucus* способен поглощать токсические вещества (тяжелые металлы, радионуклеиды и др.), возникает резонный вопрос о потенциальной возможности его применение в фармакологической промышленности.

В заключении диссертационной работы представлены 7 выводов. Все выводы обоснованы и подкреплены результатами экспериментов, полевых исследований, содержат ценную информацию о биологии развития вида, его культивировании как в лабораторных условиях, так и в естественной среде обитания. Новизна, научное и практическое значение данного исследования не вызывает сомнения.

Основные результаты диссертации опубликованы в журналах, рекомендованных ВАК. Несущественные замечания и пожелания, приведенные в настоящем отзыве, не снижают качество и уровень диссертационной работы А.Н. Кашутина. Данное исследование вносит большой вклад в области биологии развития бурых водорослей рода *Fucus*, экологии и их практического использования.

На основании вышесказанного считаю, что данное диссертационное исследование «Биология развития и экология бурой водоросли *Fucus distichus* в прибрежных водах Камчатки» самостоятельно выполненным и успешно завершённым научным исследованием, полностью соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата наук и критериям п.п. 9–14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» ВАК Министерства науки и высшего образования РФ, утвержденного Постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г., а ее автор, Кашутин Александр Николаевич, заслуживает присвоения ему учёной степени кандидата биологических наук по специальности 03.02.08 - «Экология».

Научный сотрудник Камчатского филиала  
Тихоокеанского института географии  
Дальневосточного отделения Российской  
Академии Наук (КФТИГ ДВО РАН),  
кандидат биологических наук

Панина Елена Григорьевна

Контактный телефон: 89619607867

Адрес электронной почты: [panina1968@mail.ru](mailto:panina1968@mail.ru)

683000, г. Петропавловск-Камчатский,

ул. Партизанская 6,

8(4152)42-34-57, веб-сайт: <http://www.terrakamchatka.ru>

Подпись Паниной Е.Г., заверяю

Ученый секретарь КФТИГ

29 апреля 2021 г.



ИСХ. № 56  
29.04.2021